

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 6月 2日
Date of Application:

出願番号 特願2003-156911
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-156911]

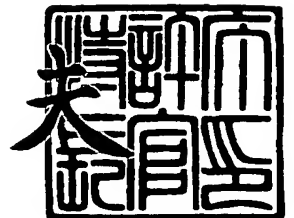
出願人 ティーエム・ティーアンドディー株式会社
Applicant(s):



2003年12月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3101435

【書類名】 特許願

【整理番号】 545384JP01

【提出日】 平成15年 6月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01R 23/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門三丁目 1 2 番 1 号 ティーエム・ティー
アンドディー株式会社内

【氏名】 関 建平

【特許出願人】

【識別番号】 502398403

【氏名又は名称】 ティーエム・ティーアンドディー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 周波数測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基準波の 1 周期を $4N$ (N は正の整数) 等分したそれぞれのタイミングで電力系統の電圧を計測する電圧計測手段と、

それぞれの上記タイミングにおいて、上記タイミングで計測した上記電圧を複素数平面上の実数部とし、上記タイミングに対して電気角度として 90 度遅れた関係にあるタイミングで計測した上記電圧を複素数平面上の虚数部とした点に向けた電圧回転ベクトルを求め、次に、それぞれの上記タイミングにおいて、上記タイミングにおける電圧回転ベクトルの先端と上記タイミングの 1 つ前のタイミングにおける電圧回転ベクトルの先端とを結ぶ弦の弦長を算出する弦長算出手段と、

それぞれの上記タイミングにおいて、上記タイミングを含む、上記タイミングから過去の $4N$ 個のタイミングで計測した上記電圧から電圧実効値を求める電圧実効値算出手段と、

それぞれの上記タイミングにおいて、上記タイミングを含む、上記タイミングから過去の $4N$ 個のタイミングで求めた上記弦長を加算し、上記加算した弦長と上記電圧実効値とに基づき上記タイミングにおける電圧回転ベクトルと上記タイミングより基準波の 1 周期前のタイミングにおける電圧回転ベクトルとの位相角を算出する回転位相角算出手段と、

算出した上記位相角から上記電力系統の周波数を算出する周波数算出手段とを有することを特徴とする周波数測定装置。

【請求項 2】 それぞれの上記タイミングにおいて、上記算出した電圧実効値と上記電圧実効値に先だって求めた少なくとも 1 つの上記電圧実効値との平均値を電圧実効値とする実効値電圧平均化手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の周波数測定装置。

【請求項 3】 それぞれの上記タイミングにおいて、上記算出した周波数と上記周波数に先立って算出した少なくとも 1 つの上記周波数との平均値を上記電力系統の周波数とする周波数平均化手段を有することを特徴とする請求項 1 また

は 2 に記載の周波数測定装置。

【請求項 4】 電力系統周波数安定化制御装置、発電機周波数保護装置および配電系統分散電源単独運転防止装置のいずれか 1 つに備えられたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の周波数測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電力系統の周波数を測定する周波数測定装置に属する。

【0002】

【従来の技術】

従来の周波数測定装置は、入力信号を一定周期でサンプリングし、これをデジタルデータに変換してデータ列を求める手段と、データ列からそれぞれゼロクロス点を挟む前後の複数点のデータに基づいて各々のゼロクロス点のタイミングを求める手段と、ゼロレベルをそれぞれ同一方向にクロスする隣接する 2 つのゼロクロス点間の時間を入力信号の基本波周波数の一周期として検出して当該入力信号の基本波周波数を求める手段とを備えている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 9-166630 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の周波数測定装置は、サンプリング周期の複数のデータから直線補間してゼロクロスタイミングを求めるので、直線補間のための収束計算に時間がかかり測定に時間がかかってしまう。

【0005】

また、ゼロクロス点が検出されてから、予測される周波数すなわち入力信号の予測基本波周波数として予め設定されている周波数における 1 周期の中央部およびその近傍でのゼロクロス点の検出が無効にされているが、高調波成分やノイズ成分が比較的多いときは、高調波成分やノイズ成分の影響を受けてしまう。

【0006】

この発明の目的は、ノイズ等の多い電力系統で高速に電力系統の周波数を測定できる周波数測定装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明に係わる周波数測定装置は、基準波の1周期を $4N$ (N は正の整数)等分したそれぞれのタイミングで電力系統の電圧を計測する電圧計測手段と、それぞれのタイミングにおいて、タイミングで計測した電圧を複素数平面上の実数部とし、タイミングに対して電気角度として 90 度遅れた関係にあるタイミングで計測した電圧を複素数平面上の虚数部とした点に向いたタイミングにおける電圧回転ベクトルを求め、次に、それぞれのタイミングにおいて、タイミングにおける電圧回転ベクトルの先端とタイミングの1つ前のタイミングにおける電圧回転ベクトルの先端とを結ぶ弦の弦長を算出する弦長算出手段と、それぞれのタイミングにおいて、タイミングを含む、タイミングから過去の $4N$ 個のタイミングで計測した電圧から電圧実効値を求める電圧実効値算出手段と、それぞれのタイミングにおいて、タイミングを含む、タイミングから過去の $4N$ 個のタイミングで求めた上記弦長を加算し、加算した弦長と電圧実効値とに基づきタイミングの電圧回転ベクトルとタイミングより基準波の1周期前のタイミングの電圧回転ベクトルとの位相角を算出する回転位相角算出手段と、算出した位相角から電力系統の周波数を算出する周波数算出手段とを有する。

【0008】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1の周波数測定装置のブロック図である。図2は、図1の周波数測定のプロフローチャートである。

【0009】

周波数測定装置は、電力系統1の電圧を計測する電圧計測手段2と、計測した入力アナログ電圧をデジタル電圧データに変換するA/D変換手段3と、デジタル電圧データを記憶する記憶手段4と、サンプリングごとに隣接する電圧回転ベ

クトルの先端部間で形作る弦の長さを算出する弦長算出手段 5 と、電圧回転ベクトルから電圧実効値を算出する電圧実効値算出手段 6 と、算出された電圧実効値を所定の期間で平均化する実効値電圧平均化手段 7 と、算出された弦の長さを所定の期間積分して回転位相角を算出する回転位相角算出手段 8 と、算出された回転位相角から電力系統の周波数を算出する周波数算出手段 9 と、算出された周波数を所定の期間に渡って平均化する周波数平均化手段 10 とを有する。

【0010】

電圧計測手段 2 と A/D 変換手段 3 とは、デジタル電圧出力端子を有する電圧計 11 からなる。さらに、記憶手段 4、弦長算出手段 5、電圧実効値算出手段 6、実効値電圧平均化手段 7、回転位相角算出手段 8、周波数算出手段 9 および周波数平均化手段 10 は、コンピュータ 12 によって構成されている。コンピュータ 12 は、CPU、RAM、ROM およびインタフェース回路を有している。

【0011】

以下の説明において、基準波の周波数 f_0 (Hz) は、50 Hz および 60 Hz を例にして説明するが、この周波数に限らない。基準波の 1 周期 (秒) は、周波数 f_0 の逆数 $1/f_0$ である。

【0012】

さらに、電圧を計測するタイミングは、サンプリング周期を定めることにより決まる。サンプリング周期は基準波の 1 周期を $4N$ (N は正の整数) 等分できる値であればよい。後述するように、電圧回転ベクトルの先端の座標として、90 度遅れた時点での電圧を用いるので、90 度遅れた時点はサンプリングのタイミングの 1 つである必要がある。基準波の 1 周期は、電気角度で表して 2π (ラジアン) である。例えば、基準波の電気角度 $\pi/6$ 、 $\pi/12$ 、 $\pi/24$ 、 $\pi/48$ などをサンプリング周期にあらかじめ設定する。さらに、ベクトル計算などの計算時間を短縮するために、基準波の 1 周期の $12 \times 2^{M-1}$ (M は正の整数) 等分して、サンプリング周期を求めることが好ましい。

【0013】

次に、電力系統周波数測定の手順について図 2 を参照して説明する。この説明では、基準波の周波数 f_0 は、50 Hz とし、サンプリング周期は、基準波の π

／6とし、刻み幅 Δt （秒）は0.00166667秒とする。 k はサンプリングのタイミングの順番を表し、タイミング $k=1$ と $k=2$ の間で基準波電気角度30度回転する。

【0014】

ステップ1で、サンプリングのタイミング毎に、電圧計測手段2は測定対象の電力系統の電圧を計測する。このときのタイミングを k で表す。1回前の計測したタイミングは $(k-1)$ で、次のタイミングは $(k+1)$ で表すことができる。次に、A/D変換手段3は、アナログ信号である計測した電圧をデジタル電圧信号にA/D変換を行う。この値を記憶手段4に記憶する。図3に示すように、電力系統の電圧瞬時値 v を、複素数平面上の原点0を中心に反時計方向に回転する電圧回転ベクトルで表現したとき、この計測した電圧は、数1で表す瞬時電圧実数部 $v_{re}(t)$ である。ここで、 V は電圧実効値（ボルト）、 ω は電圧回転ベクトルの角速度（ラジアン／秒）、 ϕ_0 は電圧初期回転位相角（ラジアン）である。 ω は、測定対象電力系統の周波数 f との間に $\omega = 2\pi f$ の関係を有する。

【0015】

【数1】

$$\begin{aligned} v(k) &= \sqrt{2}Ve^{j(\omega t + \phi_0)} = \sqrt{2}Ve^{j\left(\frac{\pi}{6}k + \phi_0\right)} \\ &= v_{re}(k) + jv_{im}(k) \end{aligned}$$

【0016】

ステップ2で、弦長算出手段5は、電圧回転ベクトルの先端を結ぶ弦の長さを算出する。図4に示すように測定対象の電力系統の電圧回転ベクトルは、基準波の1周期の間、すなわち $t=0$ から $t=T_0$ の間に複素数平面内で反時計方向に位相角 Ψ （ラジアン）だけ回転する。次に、数2に示すように瞬時電圧 $v(k)$ は、瞬時電圧実数部 $v_{re}(k)$ と瞬時電圧虚数部 $v_{im}(k)$ とからなる。この瞬時電圧虚数部 $v_{im}(k)$ は、数3に示すように $v_{re}(k-3)$ に等しい

。サンプリング周期を $\pi/6$ とした場合は $(k-3)$ のタイミングで計測した電圧であるが、例えば $\pi/12$ とした場合は、 $(k-6)$ のタイミングで計測した電圧に相当する。このようにして、電圧回転ベクトルの先端の座標は、実数部 $v_{re}(k)$ 、虚数部 $v_{im}(k)$ で表すことができる。虚数部 $v_{im}(k)$ は、該当する $v_{re}(k-3)$ を記憶手段 4 から読み出すことにより得られる。このようにして、タイミング k と $(k-1)$ でのそれぞれの電圧回転ベクトルの座標を求めることができるので、図 5 に示す電圧回転ベクトルの先端を結ぶ弦の長さ $\Delta 1(k)$ を数 4 によって求めることができる。

【0017】

【数 2】

$$v_{re}(k) = \sqrt{2}V \cos\left(\frac{\pi}{6}k + \phi_0\right)$$

$$v_{im}(k) = \sqrt{2}V \sin\left(\frac{\pi}{6}k + \phi_0\right)$$

【0018】

【数 3】

$$v_{im}(k) = \sqrt{2}V \sin\left(\frac{\pi}{6}k + \phi_0\right)$$

$$= \sqrt{2}V \cos\left(\frac{\pi}{6}k + \phi_0 - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= v_{re}(k-3)$$

【0019】

【数 4】

$$\Delta l(k) = \sqrt{\{v_{re}(k) - v_{re}(k-1)\}^2 + \{v_{im}(k) - v_{im}(k-1)\}^2}$$

【0020】

ステップ3で、電圧実効値算出手段6は、基準波の1周期の間の電圧実効値Vを数5に瞬時電圧実数部v_{re}を用いて算出する。図6には電圧実効値Vの測定結果を示す。図6では、基準波の周波数と、測定対象の周波数とはほとんど同じときの結果である。

【0021】

【数 5】

$$V(k) = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} \{v_{re}(k-12+i)\}^2}$$

【0022】

ステップ4で、実効値電圧平均化手段7は、基準波の1周期の間の電圧実効値Vの平均値V_{ave}(k)を数6に従って算出する。タイミングkでの電圧実効値の平均値V_{ave}(k)は、タイミング(k-11)からタイミングkのそれぞれで求めた電圧実効値の平均値である。図7に示すように、測定対象の電力系の周波数が基準波の周波数と異なるとき、電圧実効値は実際の電圧実効値を中心に振動している。この振動の影響を取り除くために、平均化処理を行う。

【0023】

【数 6】

$$V_{ave}(k) = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} V(k-12+i)$$

【0024】

平均化処理の時間が長いほど、電圧実効値の精度は向上するが、測定時間の短縮のために、基準波の 1 周期の間、この場合はサンプリング回数 12 回において求めた電圧実効値を用いて平均化処理を行う。

【0025】

ステップ 5 で、回転位相角算出手段 8 は、タイミング k 以前基準波の 1 周期分のタイミングで算出した弦長を数 7 を用いて弦長合計 $L_{12}(k)$ を求める。次に、回転位相角算出手段 8 は、図 8 に示すようにタイミング k とタイミング $(k+1)$ との間の回転位相角 $2\alpha_k$ を数 8 に従って算出する。その回転位相角 $2\alpha_k$ からタイミング k における電圧回転ベクトルとタイミング k より基準波の 1 周期前の電圧回転ベクトルとの間の位相角 $\Psi(k)$ を数 9 によって算出する。位相角 $\Psi(k)$ は、電圧回転ベクトルが基準波 1 周期で回転した電気角度である。

【0026】

【数 7】

$$\begin{aligned} L_{12}(k) &= \sum_{i=1}^{12} (\Delta l(k-12+i)) \\ &= \sum_{i=1}^{12} \sqrt{\{v_{re}(k-12+i) - v_{re}(k-13+i)\}^2 + \{v_{im}(k-12+i) - v_{im}(k-13+i)\}^2} \end{aligned}$$

【0027】

【数 8】

$$\alpha_k = \sin^{-1} \left(\frac{\frac{L_{12}(k)}{24}}{\sqrt{2}V_{ave}(k)} \right)$$

【0028】

【数 9】

$$\psi(k) = 24 \times \alpha_k$$

【0029】

ステップ6で、周波数算出手段9は、基準波の1周期の位相角 2π と測定対象の位相角 $\Psi(k)$ とから、測定対象の電力系統の周波数 f を数10を用いて算出する。 f_0 は基準波の周波数である。

【0030】

【数10】

$$f(k) = \frac{f_0}{2\pi} \times \psi(k)$$

【0031】

ステップ7で、周波数平均化手段10は、基準波の1周期の間の周波数 f の平均値 f_{ave} を数11を用いて算出する。測定対象の周波数 $f(k)$ が基本波の周波数 f_0 と異なるとき、数10の測定対象の周波数 $f(k)$ は、図9に示すように実際の周波数を中心に振動している。この振動の影響を取り除くために、平均化処理を行う。平均化処理の時間が長いほど、測定した周波数の精度は向上するが、測定時間などの理由から、基準波の1周期の間、この場合はサンプリング回数12回において算出された周波数の平均化処理をする。

【0032】

【数11】

$$f_{ave}(k) = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} f(k-12+i)$$

【0033】

ステップ8で、電力系統の周波数測定を終了するか否かを判定するし、さらに測定を継続するときはステップ1に戻る。

【0034】

このような周波数測定装置を用いて電力系統の周波数を求めた結果を、図10～図15に示す。図10、図11はそれぞれ基準波の周波数が50Hzと60Hzに対して、測定対象の周波数が同様に50Hzと60Hzのときの結果である。この結果からわかるように、基準波の周波数と測定対象の周波数が近いと、誤差のない測定結果が得られた。一方、図12から図15は、基準波の周波数と一致しない45Hz、55Hz、65Hzの電圧波形において、最大に0.5%の誤差が生じている。電力系統の実際の周波数は、基準周波数を中心に最大1～2Hzの変動があるため、この発明の周波数測定装置は、高い精度かつ安定している周波数を測定することができる。

【0035】

なお、計算刻み幅 Δt を基準波回転電気角度30度としているが、実際測定を行う時、計算刻み幅 Δt は小さいほど計測精度が高くなる。図16、図17にはそれぞれ基準波の周波数が50Hz、60Hzのときの基準波、刻み幅 Δt （秒）および基準波の1周期の間に含まれる弦の数の関係を示す。

【0036】

このような電力系統の周波数測定装置は、基準波の1周期を4N等分したタイミングで計測した電圧を用いて電圧回転ベクトルを求め、その電圧回転ベクトルの回転位相角と基準波の回転位相角との対比から周波数を求めるので、電力系統の1周期という短時間の間で周波数を測定できる。

【0037】

また、電圧実効値の移動平均を求めるので、基準波の周波数と測定対象の周波数とが異なっても正確に周波数を測定できる。

【0038】

また、周波数の移動平均を求めるので、基準波の周波数と測定対象の周波数とが異なってもさらに正確に周波数を測定できる。

【0039】

なお、この発明では、電圧を複素数平面上で回転する電圧ベクトルで表現しているが、従来の交流理論で電圧定常状態を表現するために静止ベクトル（フェー

ザ) で表現していることが異なっている。

【0040】

実施の形態 2.

図 18 は、この発明の実施の形態 2 の電力系統周波数測定装置を備えた電力系統周波数安定化制御装置のブロック図である。

【0041】

電力系統周波数安定化制御装置は、ローカル電力系統 13 の周波数を測定する周波数測定装置 14 を備え、ローカル電力系統 13 を制御する中央制御装置 15 と、ローカル電力系統 13 に接続した発電機 16 を制御する第 1 の制御端末 17 と、ローカル電力系統 13 に接続した負荷 18 を制御する第 2 の制御端末 19 と、広域電力系統 20 とローカル電力系統 13 との間の系統関係線 21 を制御する第 3 の制御端末 22 とを有している。

【0042】

この電力系統周波数安定化制御装置の動作について説明する。中央制御装置 15 に備えた周波数測定装置 14 は、図 1 と同様であり、説明は省略する。

【0043】

広域電力系統 20 とローカル電力系統 13 との間の系統関係線 21 を遮断すると、第 3 の制御端末 22 は、系統関係線 21 を遮断したことを中央制御装置 15 に伝える。このとき、中央制御装置 15 は、周波数測定装置 14 でローカル電力系統 13 の周波数を測定する。系統関係線 21 の遮断により、ローカル電力系統 13 の周波数が上昇したとき、中央制御装置 15 は、第 1 の制御端末 17 に発電機トリップ指令を送付し、第 1 の制御端末 17 は、発電機トリップを実施する。また、ローカル電力系統 13 の周波数が降下したとき、中央制御装置 15 は第 2 の制御端末 19 に負荷トリップ指令を送付し、第 2 の制御端末 19 は負荷トリップを実施する。

【0044】

このような周波数測定装置は、系統関係線を遮断し、ローカル電力系統だけになっても、そのローカル電力系統の周波数の変化を少ない変化の段階で測定できるので、ローカル系統のバランスが大きく崩れない段階で発電機または負荷のト

リップを行うことができる。

【0045】

また、ローカル電力システムのような高調波ノイズが大きくても正確に周波数を測定でき、適切に発電機または負荷のトリップを行うことができる。

【0046】

実施の形態3.

図19は、この発明の実施の形態3の周波数測定装置を備えた発電機周波数保護装置のブロック図である。

【0047】

発電機周波数保護装置は、電力システムに接続した昇圧変圧器23の1次側の周波数を測定する周波数測定装置14を有し、発電機16を制御する周波数保護装置24と、発電機16と昇圧変圧器23の1次巻線とを接続する回路開閉装置25と有している。

【0048】

発電機周波数保護装置は、計器用変圧器26により昇圧変圧器23の1次巻線の周波数を計測し、一定の閾値（例えば52Hz）を超えたとき、発電機16出口の回路開閉装置25を遮断し、発電機16を停止させる。

【0049】

このような周波数測定装置は、少ない周波数の変化の段階で発電機を切り離すことができ、発電プラントのタービンおよび発電機などの安全性を確保できる。

【0050】

実施の形態4.

図20は、この発明の実施の形態4の周波数測定装置を備えた分散電源に用いられた配電システム分散電源単独運転防止装置のブロック図である。

【0051】

分散電源をシステム連係するためには、分散電源を含めた配電システムがシステム分離した場合に、分散電源の単独運転を検出し、それを配電システムから解列する配電システム分散電源単独運転防止装置を備えることが必要である。

【0052】

配電系統分散電源単独運転防止装置は、配電変圧器 27 の二次側の周波数を測定する周波数測定装置 14 を有した 2 台の系統側制御端末 28 と、配電系統 29 に系統連係した発電機を制御し、発電機 16 側の周波数を測定する周波数測定装置 14 を有する分散電源側制御端末 30 と、系統側と分散電源側との周波数を監視し、各制御端末を制御する中央制御装置 15 とを有する。

【0053】

配電変圧器 27 の二次側を制御する制御端末 28 及び分散電源側制御端末 30 は常時に周波数を計測し、計測した周波数を中央制御装置 15 に送付する。配電変圧器 27 の二次側と分散電源の発電機 16 の周波数差分が一定の閾値（例えば 0.2 Hz ）を超えたら、分散電源の発電機 16 の単独運転が生じていると判定し、中央制御装置 15 は分散電源側制御端末 30 に分散電源分離指令を送付する。分散電源側制御端末 30 は分離指令を実施し、回路開閉装置 25 をトリップする。

【0054】

このような配電系統分散電源単独運転防止装置は、配電系統からすみやかに発電機を切り離すことができるので配電系統の安全復旧を保障する。

【0055】

【発明の効果】

この発明の周波数測定装置に係わる効果は、基準波の 1 周期を $4N$ (N は正の整数) 等分したそれぞれのタイミングで電力系統の電圧を計測する電圧計測手段と、それぞれのタイミングにおいて、タイミングで計測した電圧を複素数平面上の実数部とし、タイミングに対して電気角度として 90 度遅れた関係にあるタイミングで計測した電圧を複素数平面上の虚数部とした点に向いたタイミングにおける電圧回転ベクトルを求め、次に、それぞれのタイミングにおいて、タイミングにおける電圧回転ベクトルの先端とタイミングの 1 つ前のタイミングにおける電圧回転ベクトルの先端とを結ぶ弦の弦長を算出する弦長算出手段と、それぞれのタイミングにおいて、タイミングを含む、タイミングから過去の $4N$ 個のタイミングで計測した電圧から電圧実効値を求める電圧実効値算出手段と、それぞれのタイミングにおいて、タイミングを含む、タイミングから過去の $4N$ 個のタイ

ミングで求めた上記弦長を加算し、加算した弦長と電圧実効値とに基づきタイミングの電圧回転ベクトルとタイミングより基準波の1周期前のタイミングの電圧回転ベクトルとの位相角を算出する回転位相角算出手段と、算出した位相角から電力系統の周波数を算出する周波数算出手段とを有するので、高精度・高速に周波数を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1の周波数測定装置のブロック図である。

【図2】 図1の周波数測定手順のフローチャートである。

【図3】 複素数平面上に表現した電圧回転ベクトル図である。

【図4】 図3の基準波の1周期の間に回転した様子を示す図である。

【図5】 電圧回転ベクトルの先端2点間の弦長の計算を説明する図である。

。

【図6】 図1で測定した基準波の周波数と等しい周波数の電力系統の電圧実効値の測定結果である。

【図7】 図1で測定した基準波の周波数と異なる周波数の電力系統の電圧実効値とそれを平均化した電圧実効値の測定結果である。

【図8】 電圧回転ベクトルの先端が形作る弦に面した位相角の計算を説明する図である。

【図9】 図1で測定した基準波の周波数と異なる周波数の電力系統の周波数とそれを平均化した周波数の測定結果である。

【図10】 周波数50Hzの電力系統の周波数測定結果である。（基準波の周波数は50Hz）

【図11】 周波数60Hzの電力系統の周波数測定結果である。（基準波の周波数は60Hz）

【図12】 周波数45Hzの電力系統の周波数測定結果である。（基準波の周波数は50Hz）

【図13】 周波数55Hzの電力系統の周波数測定結果である。（基準波の周波数は50Hz）

【図14】 周波数55Hzの電力系統の周波数測定結果である。（基準波

の周波数は 60 Hz)

【図 15】 周波数 65 Hz の電力系統の周波数測定結果である。(基準波の周波数は 60 Hz)

【図 16】 周波数 50 Hz の基準波のサンプリング周期を変えたときの刻み幅の値である。

【図 17】 周波数 60 Hz の基準波のサンプリング周期を変えたときの刻み幅の値である。

【図 18】 この発明の実施の形態 2 の周波数測定装置を用いた電力系統周波数安定化制御装置のブロック図である。

【図 19】 この発明の実施の形態 3 の周波数測定装置を用いた発電機周波数保護装置のブロック図である。

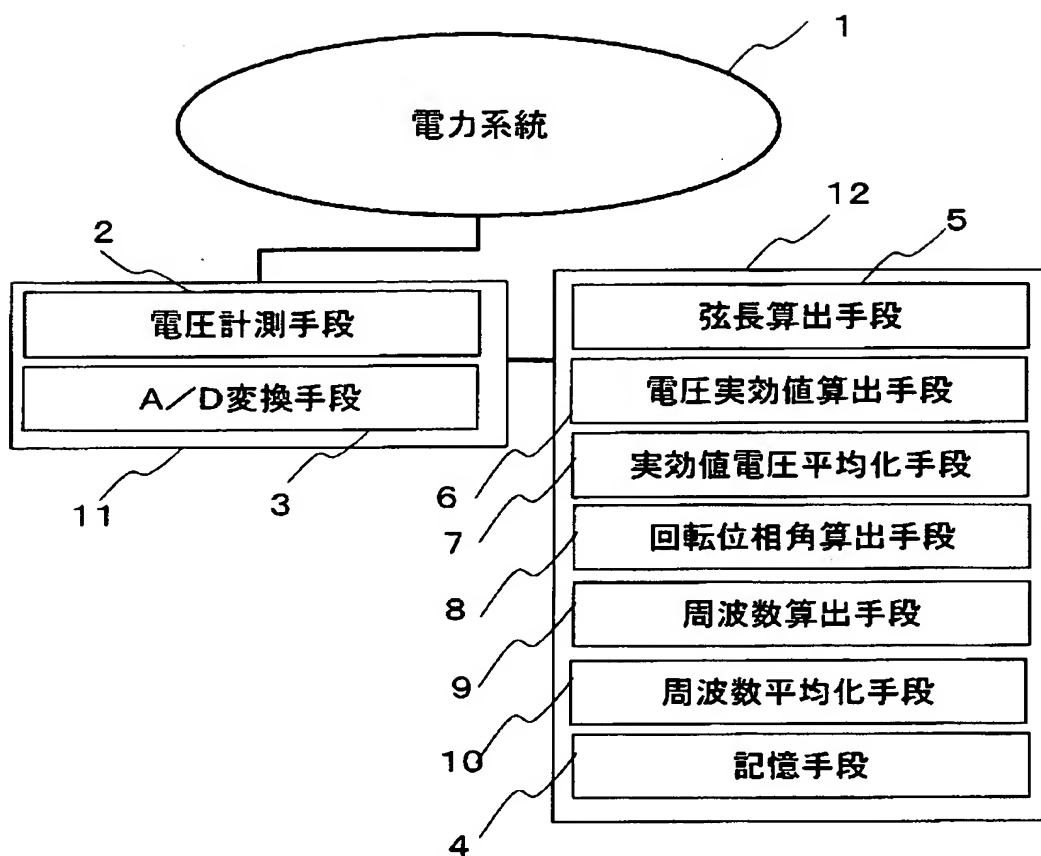
【図 20】 この発明の実施の形態 4 の周波数測定装置を用いた配電系統分散電源単独運転防止装置のブロック図である。

【符号の説明】

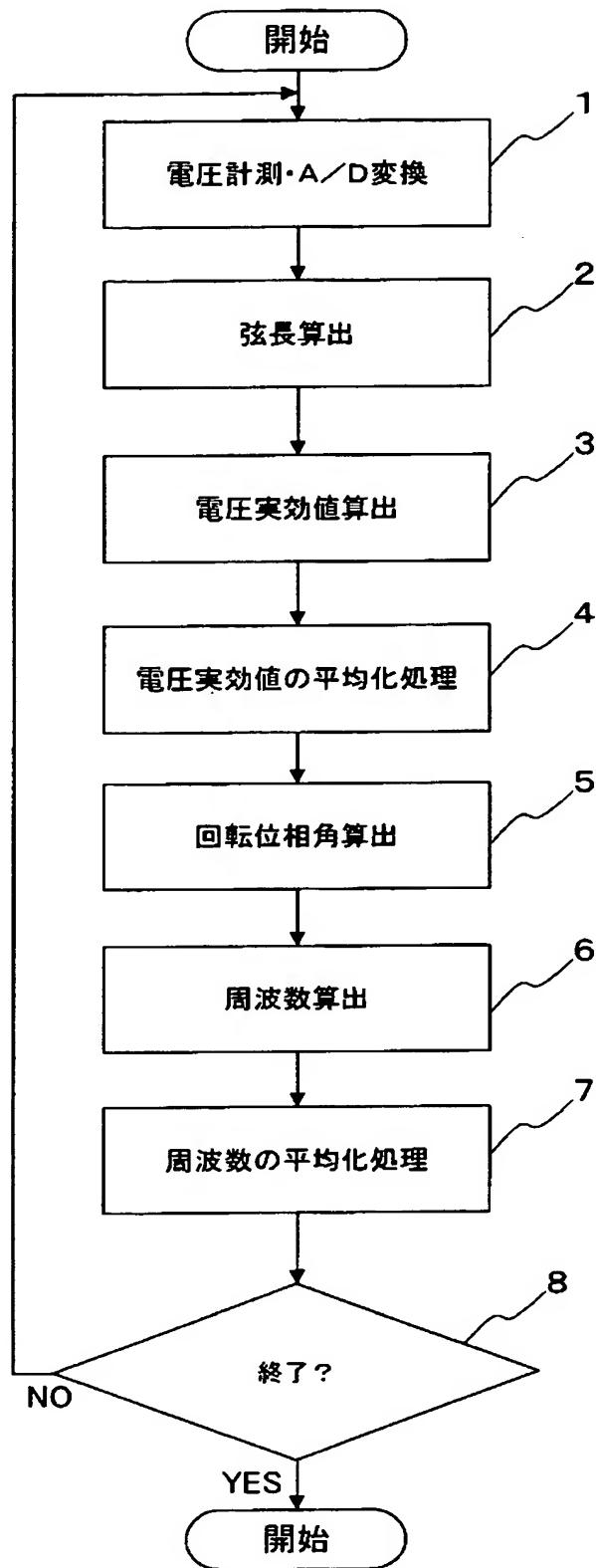
1 電力系統、2 電圧計測手段、3 A/D変換手段、4 記憶手段、5 弦長算出手段、6 電圧実効値算出手段、7 実効値電圧平均化手段、8 回転位相角算出手段、9 周波数算出手段、10 周波数平均化手段、11 電圧計、12 コンピュータ、13 ローカル電力系統、14 周波数測定装置、15 中央制御装置、16 発電機、17、19、22 制御端末、18 負荷、20 広域電力系統、21 系統関係線、23 昇圧変圧器、24 周波数保護装置、25 回路開閉装置、26 計器用変圧器、27 配電変圧器、28 系統側制御端末、29 配電系統、30 分散電源側制御端末。

【書類名】 図面

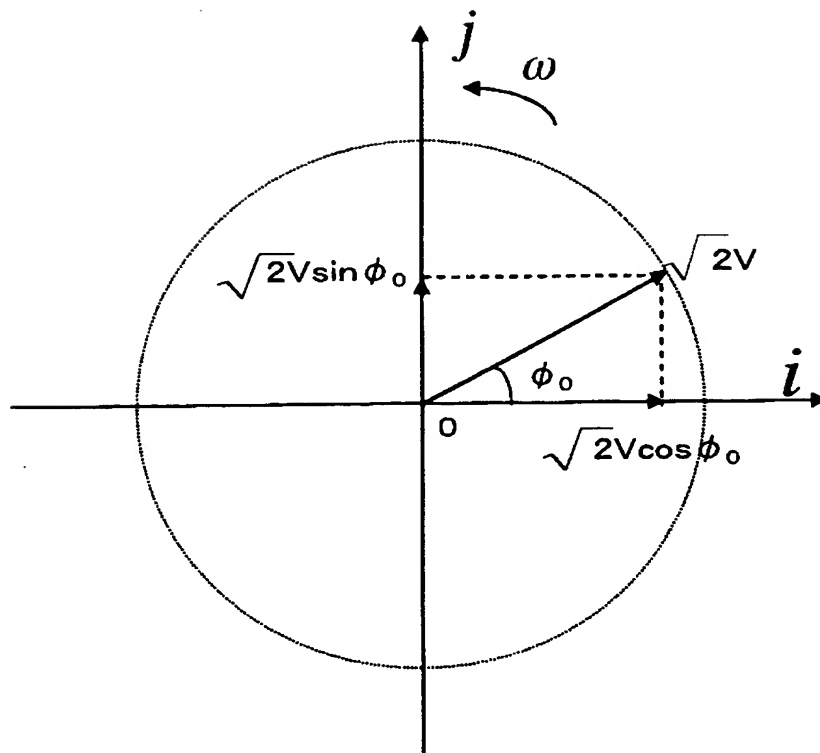
【図 1】



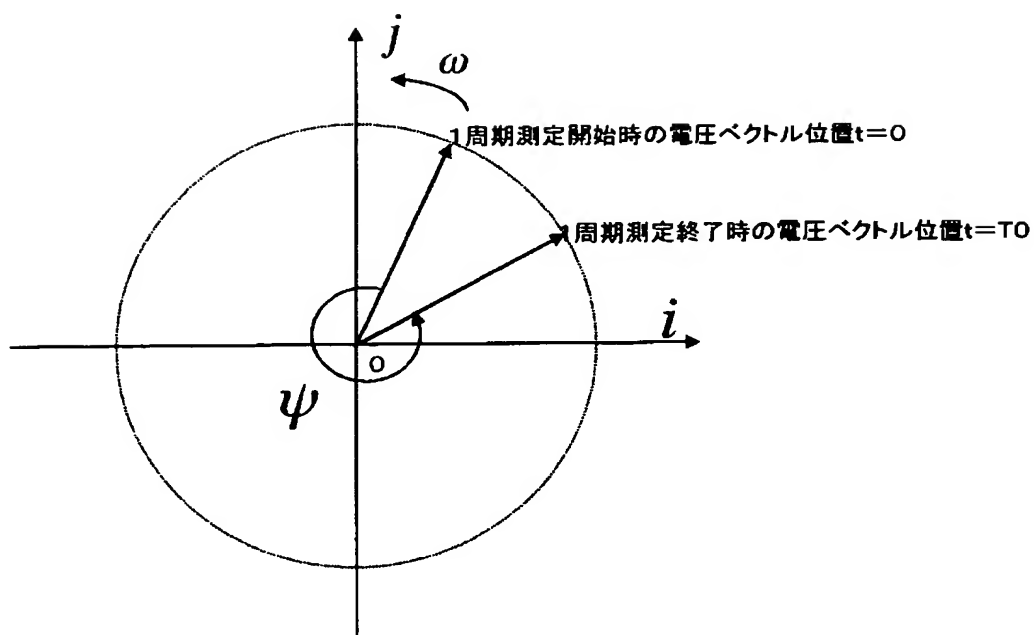
【図 2】



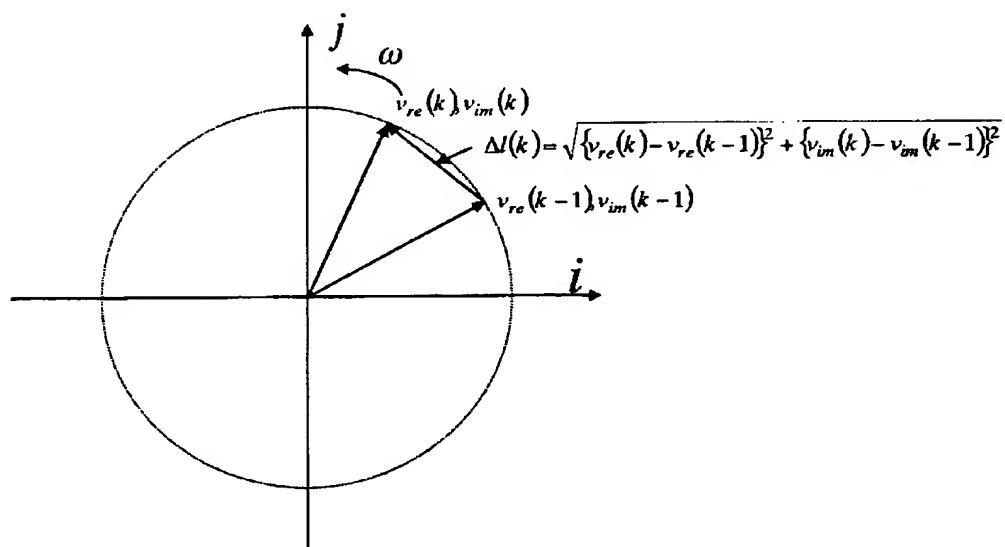
【図 3】



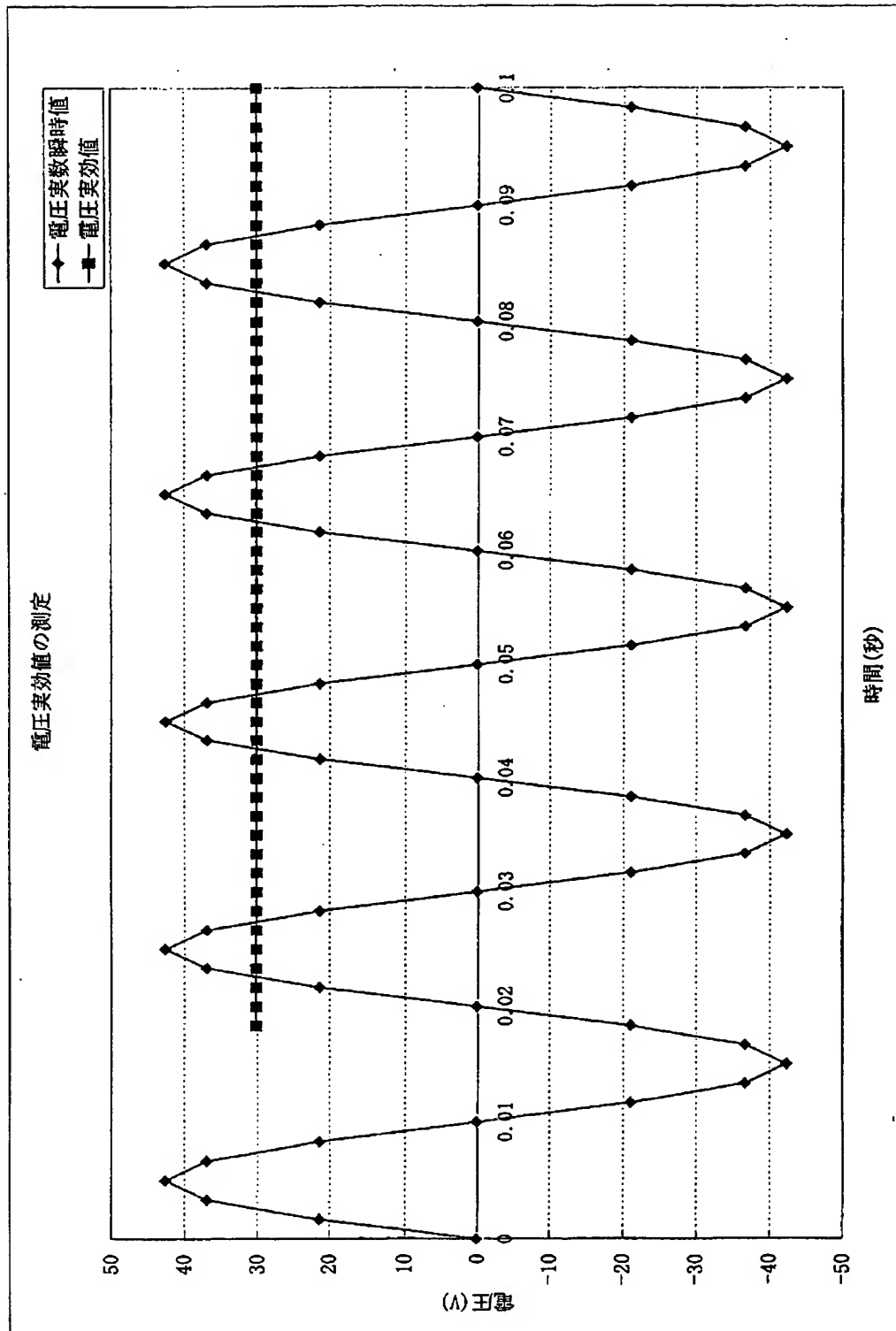
【図 4】



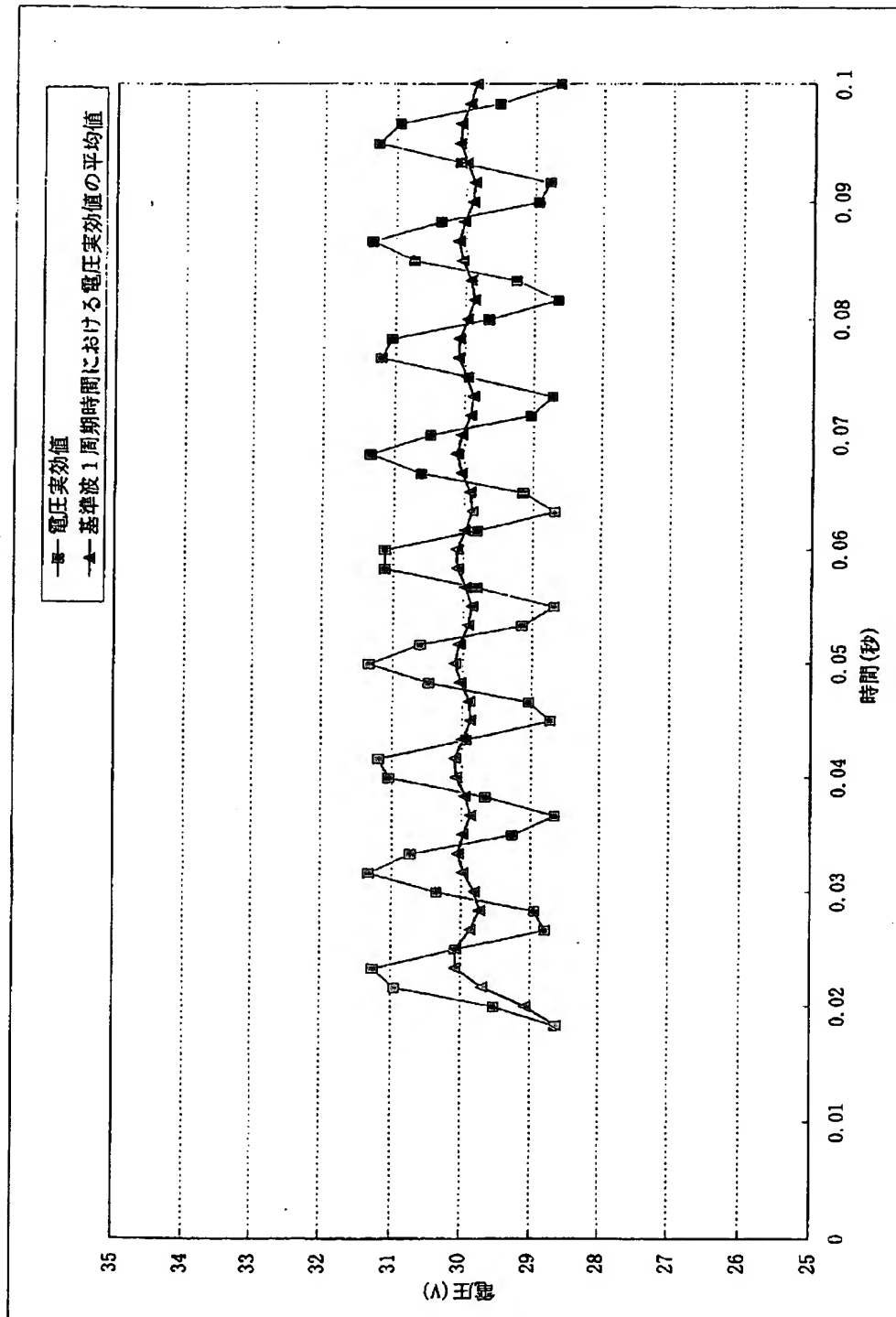
【図 5】



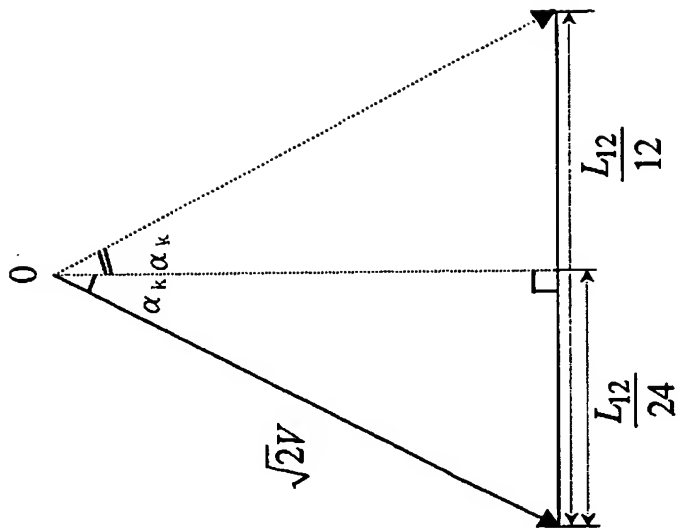
【図 6】



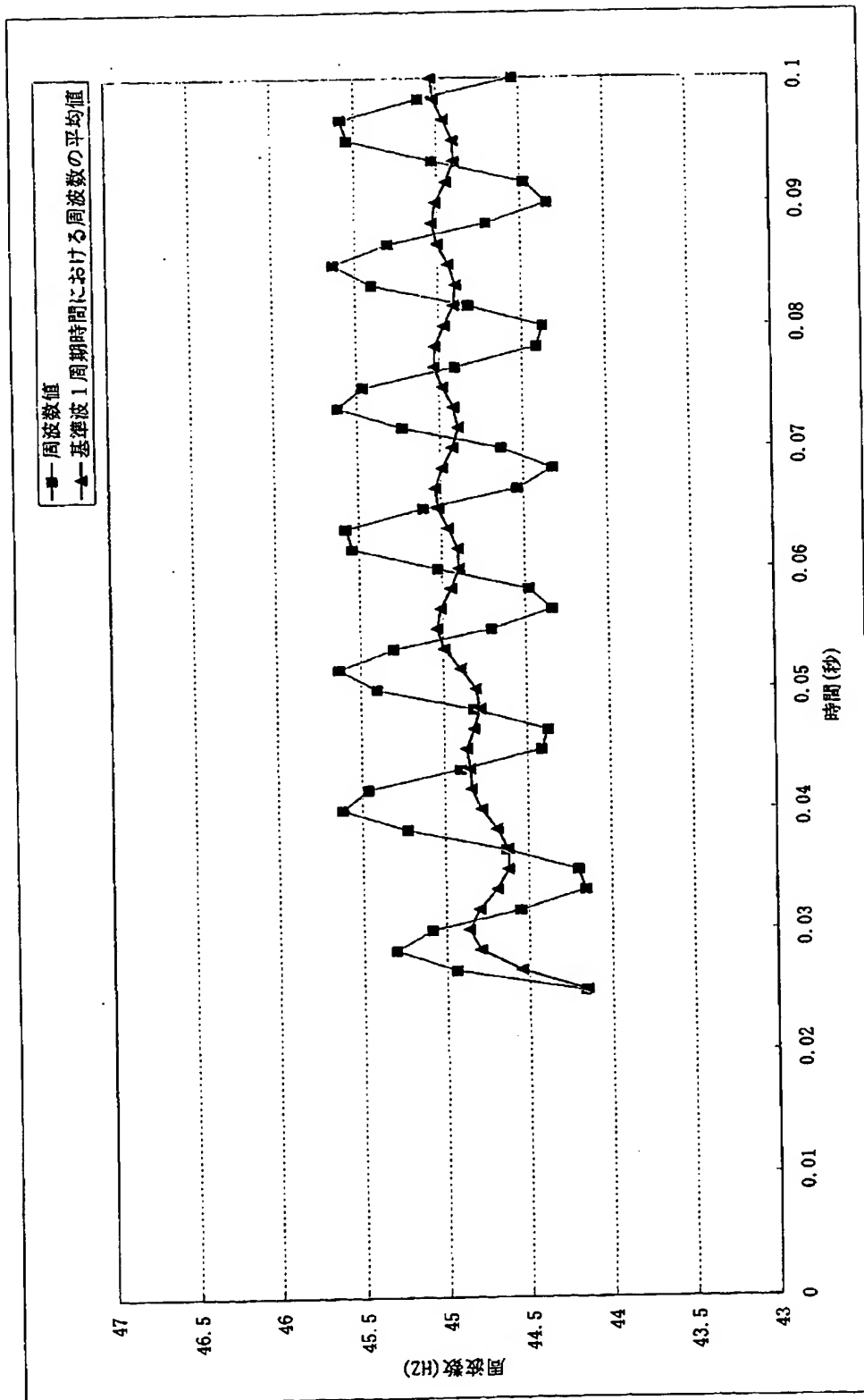
【図 7】



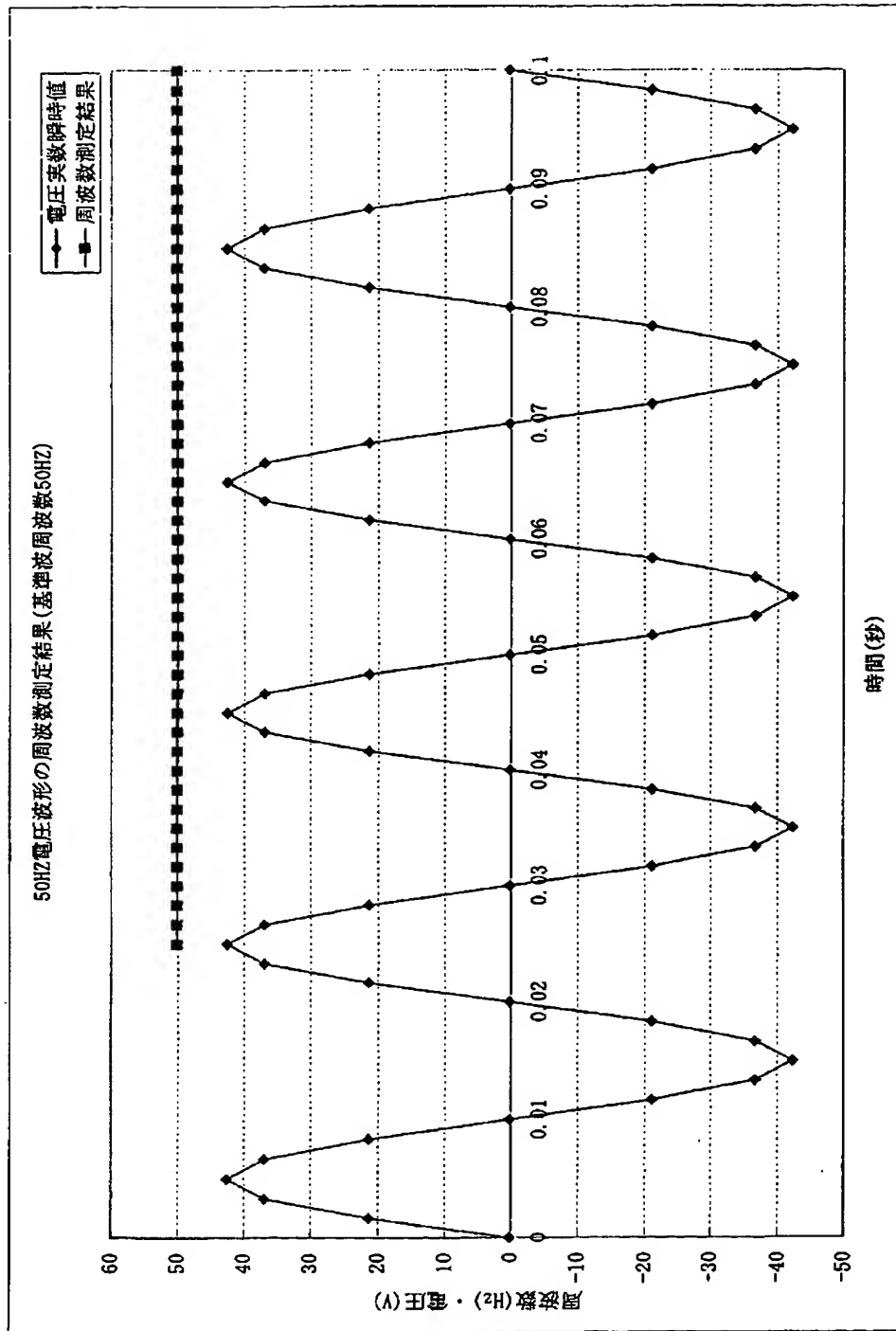
【図 8】



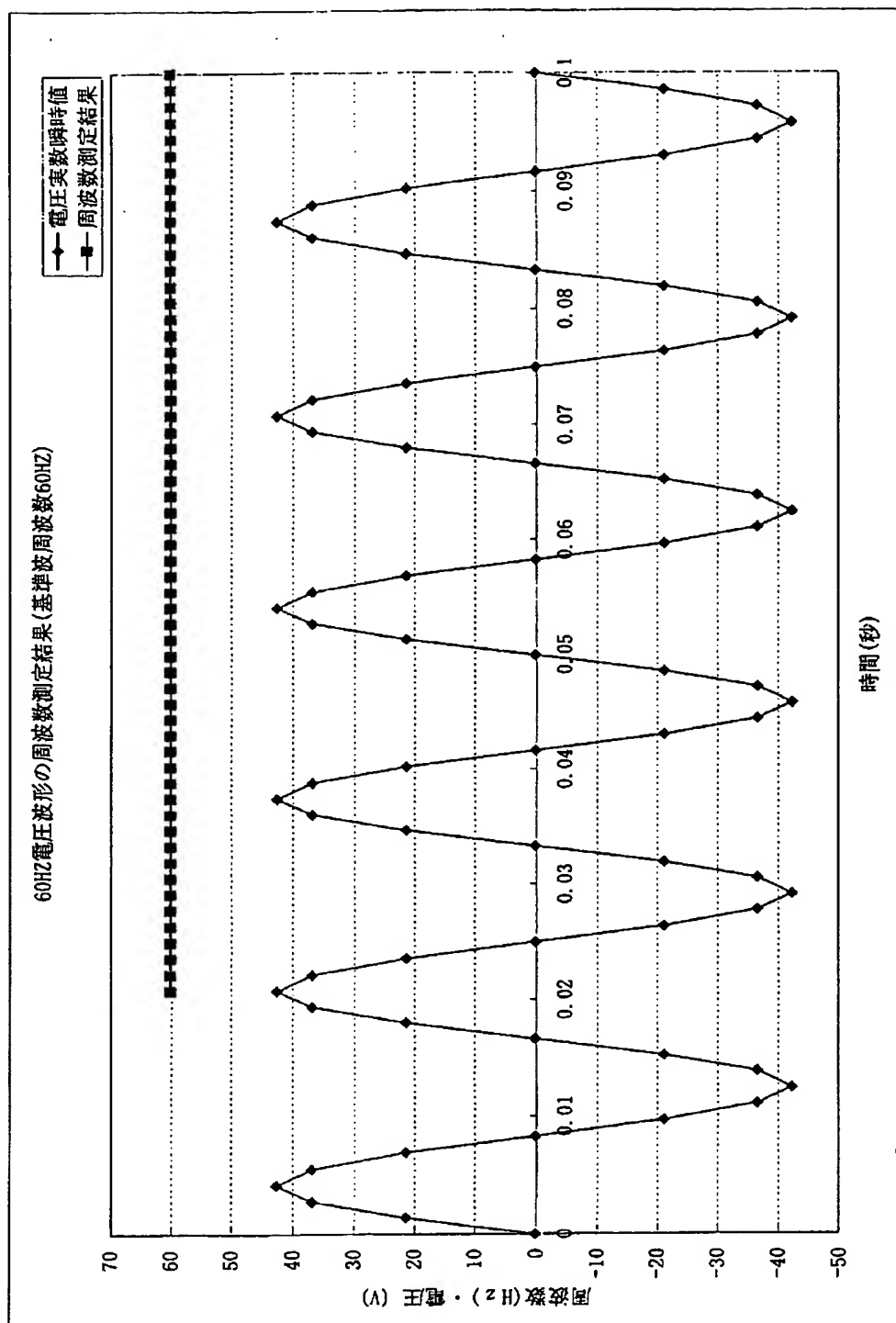
【図 9】



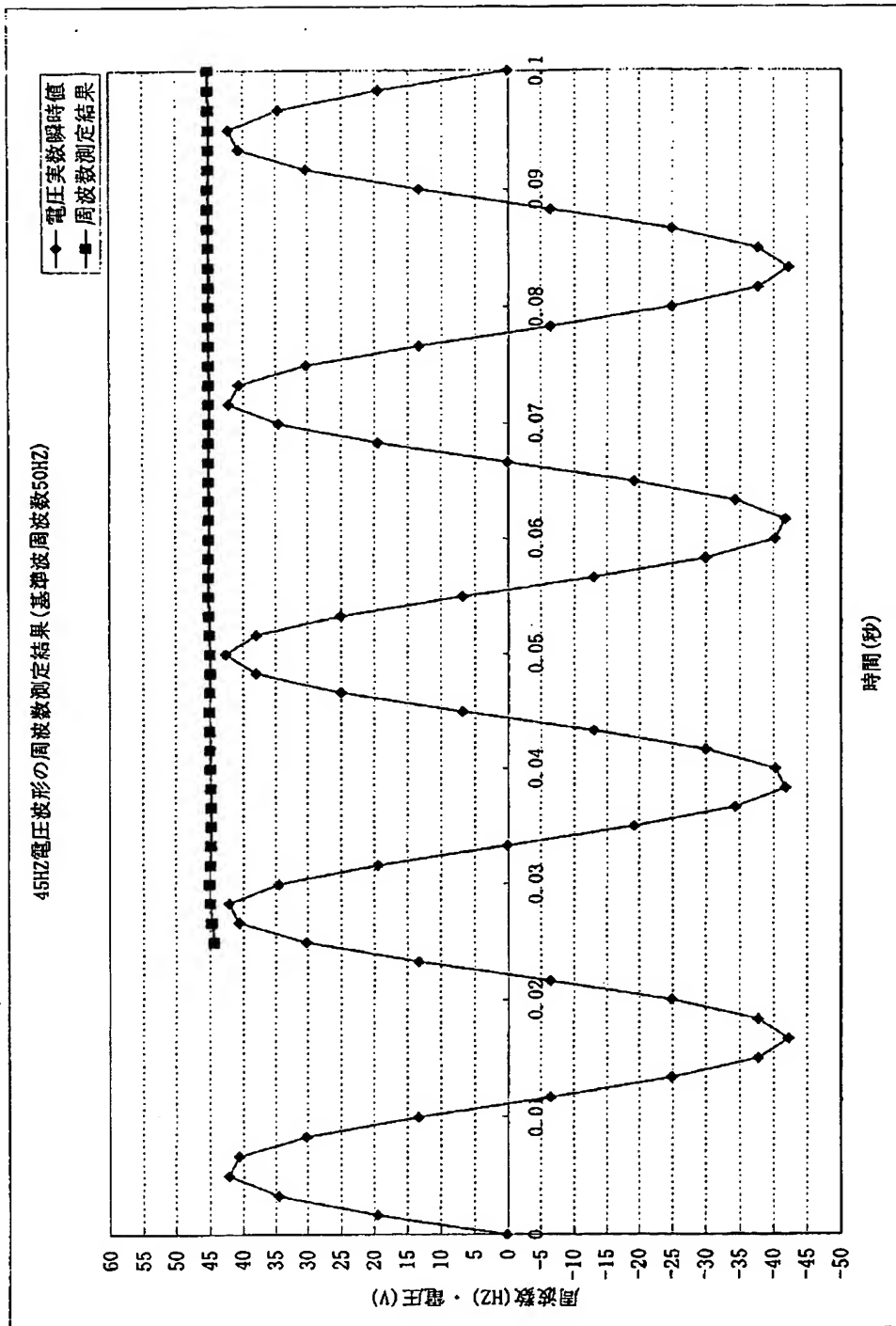
【図 10】



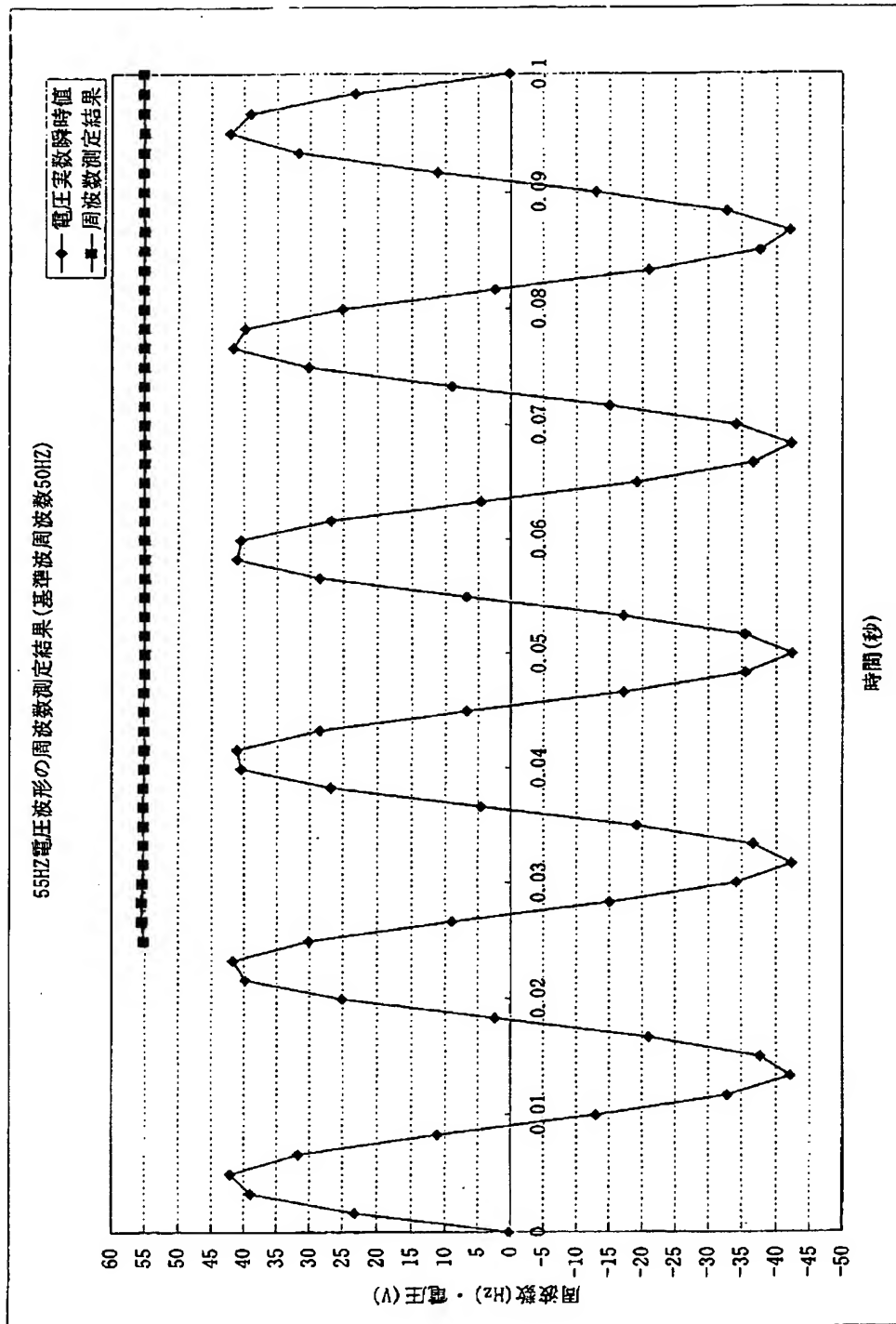
【図 11】



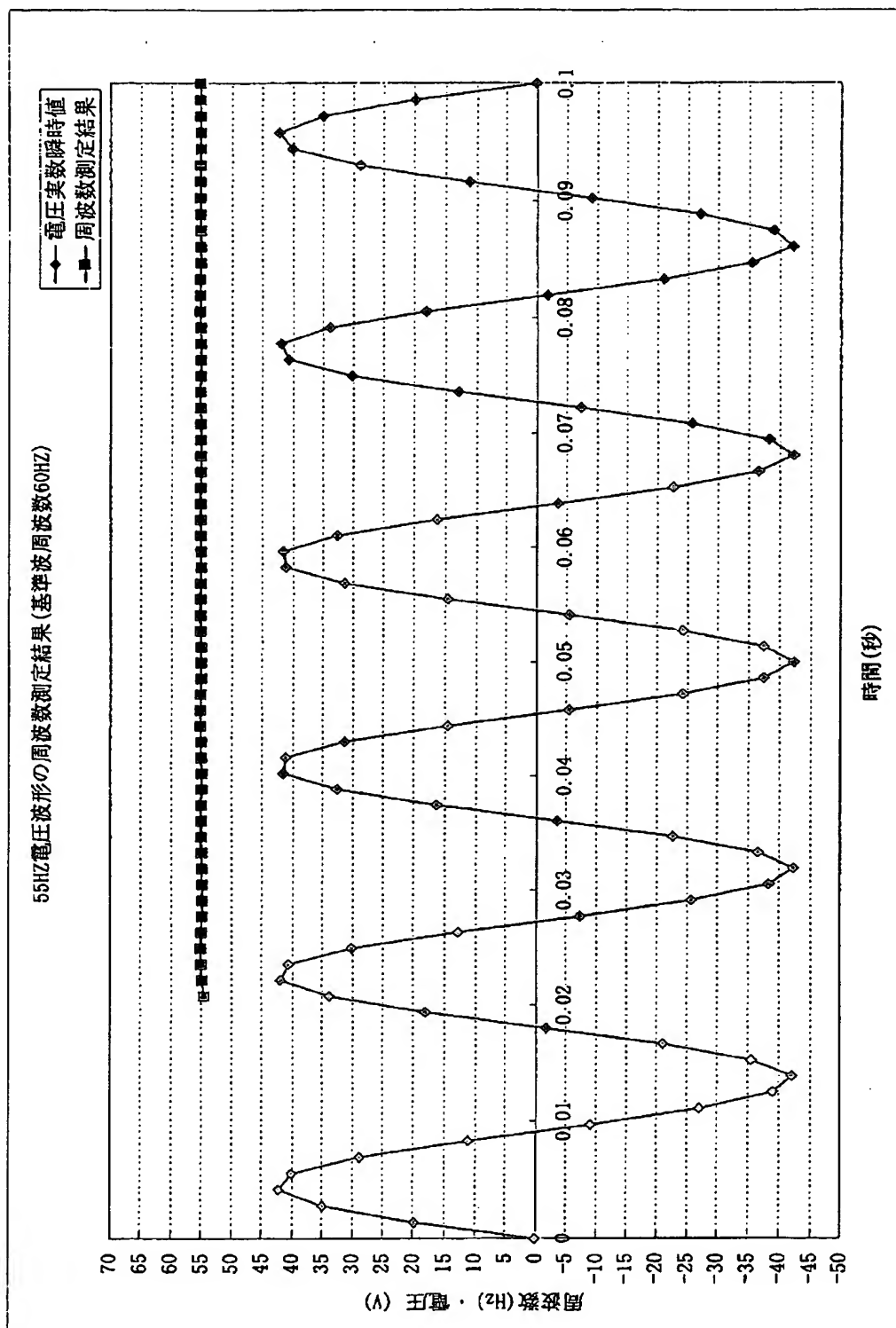
【図 12】



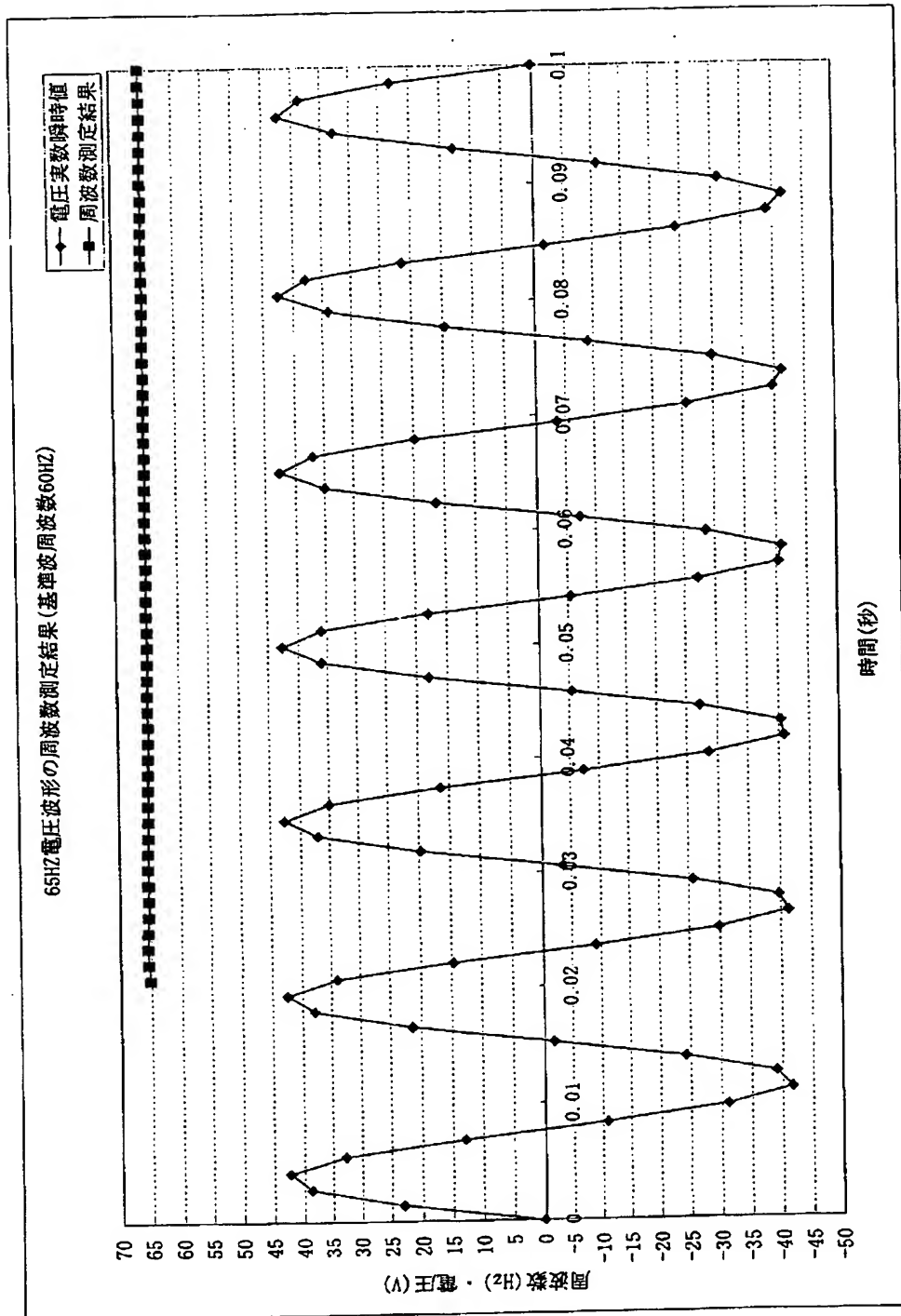
【図13】



【図 14】



【図 15】



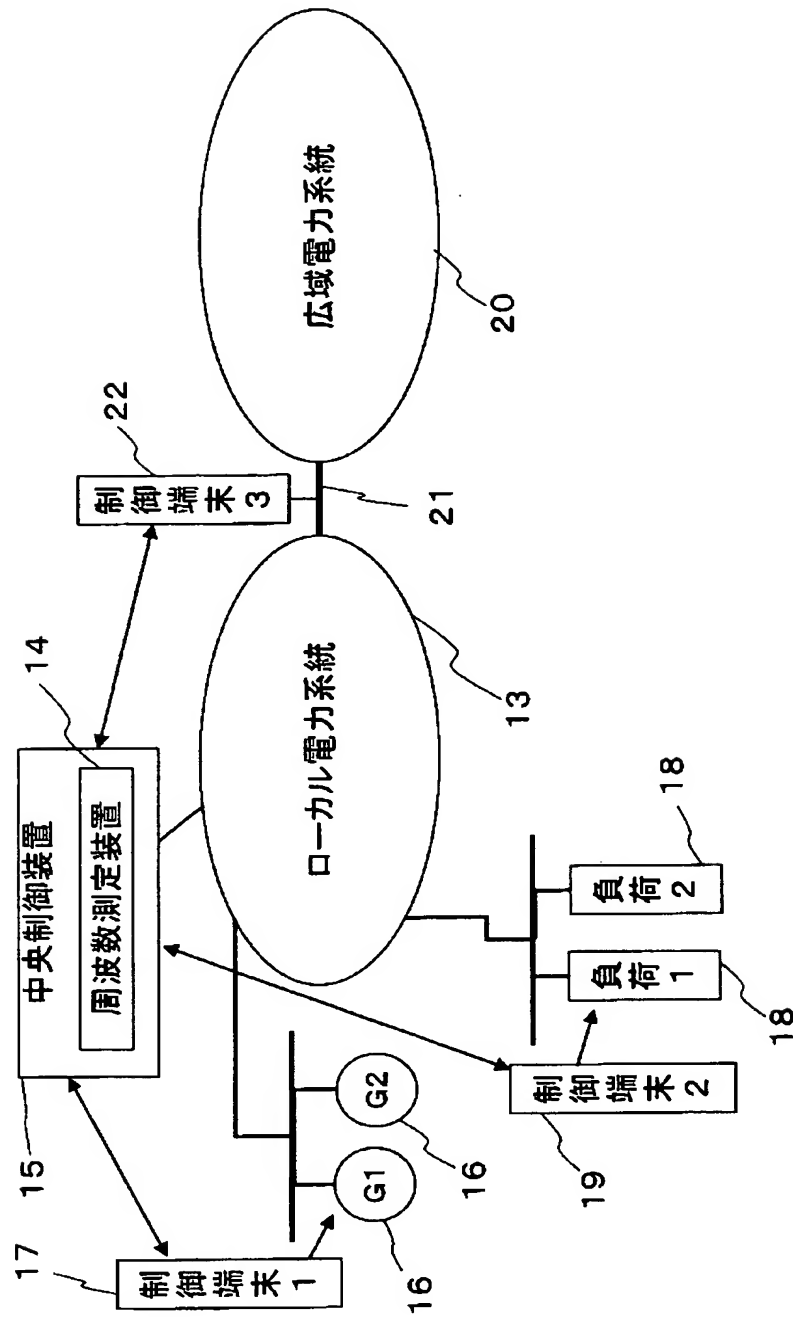
【図 16】

基準波回転電気角度(度)	刻み幅 Δt (秒)	基準波1周期の弦の数
30	0.00167	12
15	0.00133	24
7.5	0.00042	48
3.75	0.00021	96

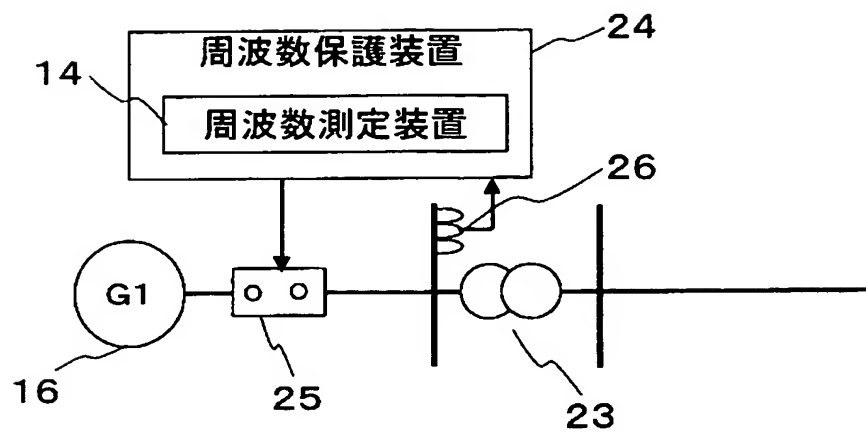
【図 17】

基準波回転電気角度(度)	刻み幅 Δt (秒)	基準波1周期の弦の数
30	0.00139	12
15	0.00069	24
7.5	0.00035	48
3.75	0.00017	96

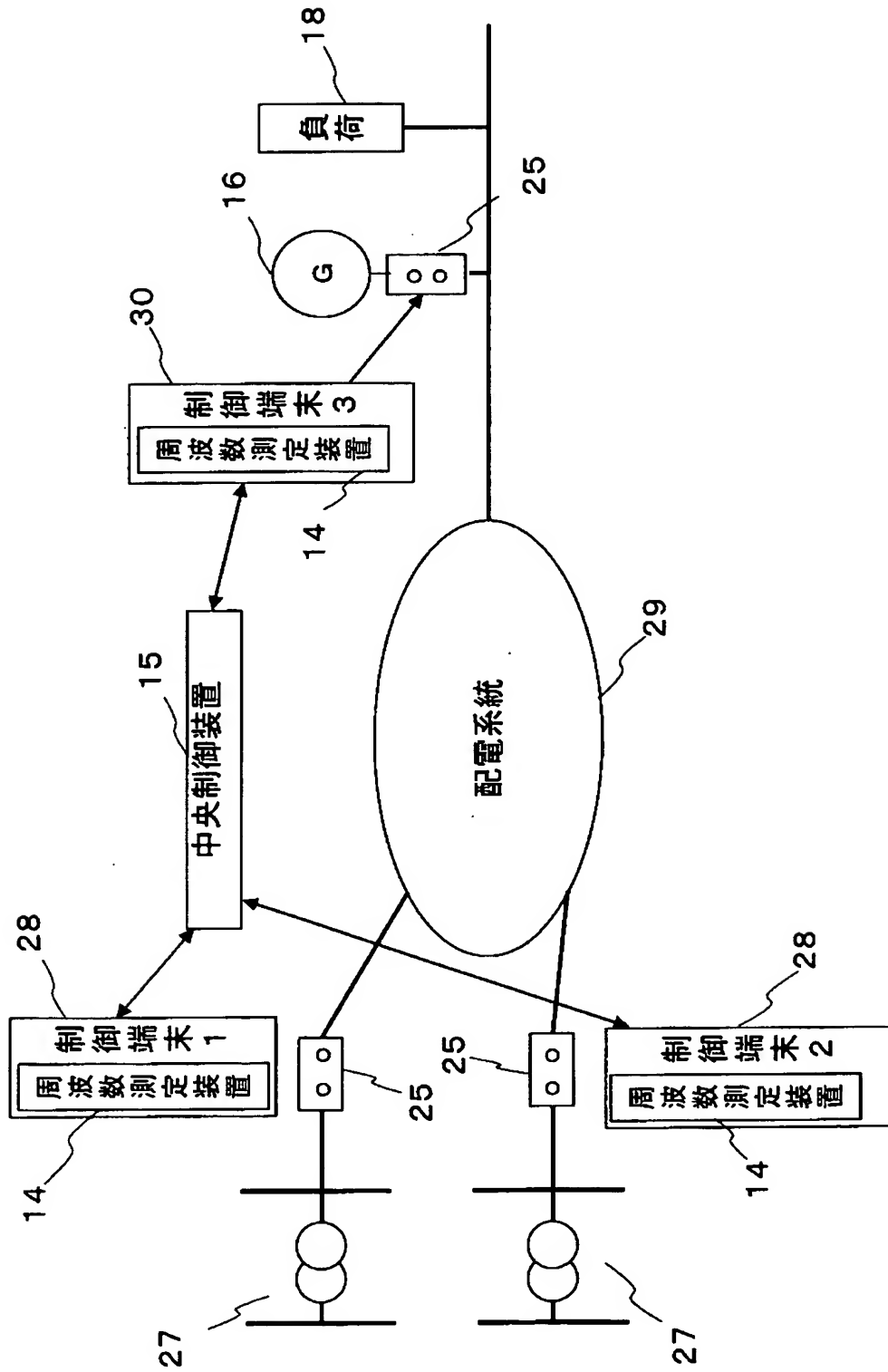
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノイズ等の多い電力系統で高速に電力系統の周波数を測定できる周波数測定装置を提供する。

【解決手段】 周波数測定装置は、基準波の 1 周期を数等分するタイミングで電力系統の電圧を計測する電圧計測手段と、計測した電圧を実数部座標とし、90 度先に計測した電圧を虚数部座標とした先端を有する電圧回転ベクトルを求め、その電圧回転ベクトルの先端と 1 つ前の電圧回転ベクトルの先端とを結ぶ弦の弦長を算出する弦長算出手段と、1 のタイミングと基準波の 1 周期前との間で計測した電圧から電圧実効値を求める電圧実効値算出手段と、1 のタイミングと基準波の 1 周期前との間で求めた弦長を加算し、加算した弦長と電圧実効値とに基づき電圧回転ベクトルの位相角を算出する回転位相角算出手段と、求めた位相角から電力系統の周波数を算出する周波数算出手段とを有する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 5 6 9 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 2 3 9 8 4 0 3]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門三丁目 1 2 番 1 号

氏 名

ティーエム・ティーアンドディー株式会社